

les tomaba entre 15 y 20 minutos vaciar un charco de 53 litros de agua, e identificar y contar los renacuajos.

Cualquier lavabo plástico del tamaño aproximado de un charco natural puede servir para muestreos no cuantitativos. Los charcos que van a ser vaciados en cada período de muestreo deben ser lo suficientemente rígidos como para mantener su forma cuando se los levante, aun cuando estén llenos de agua y desechos. Otros materiales básicos son palas, libretas de campo, lápices o lapiceras de tinta indeleble, coladores o pequeñas redes, tachos grandes y redes de malla fina para vaciar los cuencos, bolsas de colección y recipientes con formol 10%.

### TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Todos los charcos deberán ser identificados con un número o código alfanumérico. Cada vez que se revise el charco se debe registrar al identificador del mismo, fecha, hora, tiempo, pH y tensión de oxígeno. Las lecturas de pH y tensión de oxígeno deberán ser comparadas con la información de charcos naturales, para comprobar que ambas tengan las mismas características. Para realizar muestreos pasivos (que proporciona información sobre riqueza de especies), el investigador necesita registrar las especies presentes en cada visita. Las larvas que no puedan ser identificadas pueden ser colectadas y criadas para futuras identificaciones o comparadas con una colección de referencia. En el caso de muestreos cuantitativos de poblaciones de renacuajos, la información debe registrar también la presencia y abundancia de predadores (i.e., náyades de odonatos, insectos acuáticos). Para una notación de campo de los estadios de desarrollo se puede aplicar una versión de la tabla de Gosner (1960) modificada por Gascon (1991).

Los datos obtenidos en el campo deberán transferirse a archivos de computadora diseñados de modo tal que cada registro represente el número de renacuajos de una especie dada, en un charco en un día determinado. Construir el archivo de este modo facilita enormemente la indexación y recuperación de la información. Los campos esenciales son especies, fecha e identificador del charco. Para los muestreos cuantitativos, se debe incluir también el número de larvas presentes en el charco en cada fecha de muestreo y su estadio de desarrollo correspondiente.

El análisis estadístico dependerá de los objetivos del estudio. Si lo que se desea es comparar abundancias relativas entre dos o más áreas o hábitats, se pueden aplicar métodos que utilizan ya sea cuentas o proporciones (ver Capítulo 9). Si los datos se obtienen a lo largo de períodos extensos, también se podrá determinar la fenología reproductora de las especies. Se pueden construir fácilmente histogramas del número de especies presentes en las diferentes áreas o hábitats en función del tiempo (por mes o por semana). También se pueden construir histogramas fenológicos detallados sobre la presencia y ausencia de renacuajos de cada especie a través del tiempo.

Con más datos cuantitativos se pueden construir gráficos de series temporales para mostrar las variaciones en la abundancia de especies a lo largo del tiempo. Para cada especie en cada charco, la abundancia de cada estadio de desarrollo encontrado puede ser representada en el mismo gráfico, utilizando símbolos diferentes. También es posible contar el número total de cohortes de cada especie presentes en cada cuenco.

## Muestreos con Cubiertas Artificiales

GARY M. FELLERS y CHARLES A. DROST

Con frecuencia los anfibios se refugian debajo de objetos que se encuentran en la superficie. Entonces, es posible agregar al ambiente cubiertas artificiales de madera en series estandarizadas para muestrear anfibios. Luego se revisan las cubiertas, registrándose la información sobre los anfibios presentes.

Esta técnica permite desarrollar índices confiables del tamaño de las poblaciones de anfibios utilizando un conjunto estandarizado de tableros de madera, así como evaluar las condiciones de las poblaciones de cada especie. El primer objetivo puede cumplirse sin emprender el segundo, pero un programa de monitoreo será mucho más eficiente en brindar un "sistema de alarma temprano" para declinaciones poblacionales, si se encaran ambos objetivos simultáneamente.

## ORGANISMOS Y HÁBITATS SELECCIONADOS

Esta técnica es relativamente nueva y no ha sido ampliamente probada. No obstante, funcionó muy bien para poblaciones de salamandras de las Channel Islands en el sur de California, para diversas poblaciones de salamandras en las costas de Georgia (J.W. Gibbons y B.W. Grant, com. pers.), y para anfibios de los bosques de la Columbia Británica (T.M. Davis, com. pers.). Tiene un buen potencial para una amplia gama de anfibios terrestres que se encuentran normalmente bajo cubiertas.

En California, las cubiertas artificiales fueron más utilizadas en hábitats de pradera, pero también fueron probadas sobre substratos entre arbustos bajos o sobre una especie del género *Mesembryanthemum* ("ice plant," por su nombre común en inglés). En Georgia, el método fue empleado en el suelo de los bosques de madera dura, pinares y en antiguos campos cultivados, así como en los márgenes de humedales.

## INFORMACIÓN BÁSICA

Durante los períodos más húmedos del año, es posible encontrar muchas especies de anfibios bajo objetos de la superficie. Estableciendo un conjunto estandarizado de objetos para refugio, es posible determinar los números de diferentes especies de anfibios bajo una cantidad uniforme y consistente de cubiertas. Las ventajas de esta técnica, comparadas con otras técnicas de relevamiento, incluyen (1) número estandarizado de elementos de cubierta de tamaño estándar; (2) baja variabilidad entre observadores, especialmente cuando se compara con otras técnicas, tales como búsquedas limitadas por el tiempo o por el área; (3) escasa perturbación de los elementos de refugio (e.g., los troncos caídos se disgregan cuando son alterados repetidamente, las coberturas naturales se pudren y cambian con el tiempo); (4) se necesita una inversión moderada de dinero y de tiempo para establecer transectas o parcelas; (5) se requiere de poco entrenamiento; y (6) el mantenimiento de los elementos de cubierta es fácil.

También presentan varias desventajas: (1) el método brinda sólo un índice del tamaño de la población; (2) el uso de cubiertas artificiales puede variar entre las especies, dependiendo de sus hábitats y de la disponibilidad de objetos naturales de refugio; (3) los conteos pueden variar con condiciones climáticas locales (e.g., llu-

vias recientes o sequías); los tableros de cubierta pueden ser difíciles de localizar en áreas con vegetación de crecimiento rápido.

## DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es posible utilizar tableros de diferentes tamaños y materiales, los que se pueden disponer de diferentes maneras. Cuando se inspeccionaban las salamandras *Batrachoseps pacificus* en las Channel Islands de California, empleamos piezas de madera no tratada de pino o abeto de 30 x 30 x 5 cm (12" x 12" x 2"), dispuestas en líneas paralelas o pequeñas grillas. Para otras especies puede ser más apropiado utilizar tableros más grandes. Hemos probado láminas de madera contrachapada de hasta 122 x 122 x 1,25 cm (48" x 48" x 0,5"); elementos de este tamaño generalmente atraen un gran número de especies e individuos. Desde el punto de vista práctico, sin embargo, su tamaño puede limitar el número que puede ser desplegado. El número de tableros necesarios para un análisis estadístico adecuado depende de la heterogeneidad del hábitat, la fidelidad de los organismos al sitio, el tamaño del área a ser muestreada, y si se necesita información sobre presencia de especies o abundancia de individuos.

También hemos probado madera contrachapada de 0,5 cm (1/4") y paneles de 10 cm (4") de espesor, pero son menos adecuados que los de 5 cm (2"). La madera contrachapada funciona bastante bien en los momentos más fríos del año, pero la madera de 5 cm de espesor es superior por su capacidad de retener humedad y brindar un ambiente térmico más estable a lo largo del resto del año. La madera de 10 cm de espesor también es superior a la madera contrachapada, pero no es apreciablemente mejor que las tablas de 5 cm, de modo que no se justifica el gasto y la tarea extra que implica su colocación. Otros tipos de material de cubierta (e.g., metal corrugado) pueden funcionar en algunas áreas y hábitats.

Hemos establecido tableros de cubierta en líneas paralelas, en pequeñas grillas y en "redes" consistentes de numerosos radios que salen de un solo tablero central. Nuestro diseño inicial consistió de dos filas, separadas por 5 m de 30 tableros cada una, colocados a 5 m uno de otro. Esta parece ser una densidad razonable de material de cubierta para pequeños anfibios con áreas habituales (*home ranges*) relativamente

pequeñas. El tablero final de cada hilera fue marcado con una etiqueta metálica mostrando su número; los restantes fueron numerados con tinta indeleble.

Actualmente se está probando un diseño para brindar una mayor diversidad de microhábitats en los bosques templados húmedos de la Columbia Británica, con resultados prometedores (T.M. Davis, com. pers.). La unidad básica es un objeto de cubierta formado por tres tableros de maderas no tratados. Un tablero recién cortado (< de 1 año) de 5 x 30,5 x 180 cm se coloca plano sobre el suelo. Otros dos tableros (2,5 x 15,3 cm) se colocan sobre el basal, pero separados de este por pequeños trozos de madera (Fig. 20). Este diseño crea espacios en forma de cuña; el agua gotea a través de las grietas entre los tableros.

Las grillas potencialmente proporcionan mejor información sobre movimientos y área habitual que las transectas paralelas. Hasta el momento hemos utilizado grillas relativamente pequeñas (9-25 tableros, espaciados de 2 a 3 m), pero se necesitarían grillas más grandes (100 tableros o más) para obtener información más confiable sobre movimientos. Para estimar tamaños poblacionales de especies razonablemente sedentarias se pueden utilizar técnicas de marcado-recaptura con estas grillas.

Los tableros dispuestos en red pueden ser empleados para estimar densidad (Wilson y Anderson 1985), pero se requieren diseños grandes (e.g., 12 radios de 12 tableros cada uno). Independientemente de la disposición empleada, es importante colocar los tableros en áreas que sean representativas del hábitat a muestrear.

## MÉTODOS DE CAMPO

Los tableros se revisan levantándolos rápidamente y capturando todos los anfibios que se encuentran debajo. Es útil disponer de bolsas plásticas o frascos para mantener temporalmente a los especímenes. La longitud del cuerpo (longitud hocico-cloaca) puede medirse con una pequeña regla T, o en el caso de las salamandras, con un tubo para medición (Fellers et al. 1988). Anuros y salamandras pueden ser pesados en bolsas plásticas de tamaño adecuado. Luego de revisarlos, el tablero es colocado nuevamente sobre la superficie del suelo; no debe estar levantado por la vegetación o pequeñas piedras. Una vez que el tablero está en su lugar, los animales son liberados en sus márgenes. Esto es particularmente importante para aquellas especies que deben tener tanto protección como humedad debajo del objeto de refugio.

Diversos factores influyen en el número y diversidad de anfibios que se encuentran bajo una cubierta artificial. Entre ellos se incluyen la hora del día (o de la noche), la estación del año, la densidad de los refugios naturales y artificiales, y el tipo de hábitat. Los anfibios se encuentran con mayor frecuencia cuando el suelo debajo de los tableros está húmedo. Los datos obtenidos en condiciones pobres, o bajo diferentes condiciones entre un año y el siguiente, obviamente no son indicadores adecuados de las tendencias a nivel de poblaciones de anfibios. Por esta razón, no es posible especificar un protocolo de muestreo que funcione en todas las situaciones, dado que su programación debe reflejar, necesariamente, los patrones climáticos locales y el comportamiento de los anfibios del

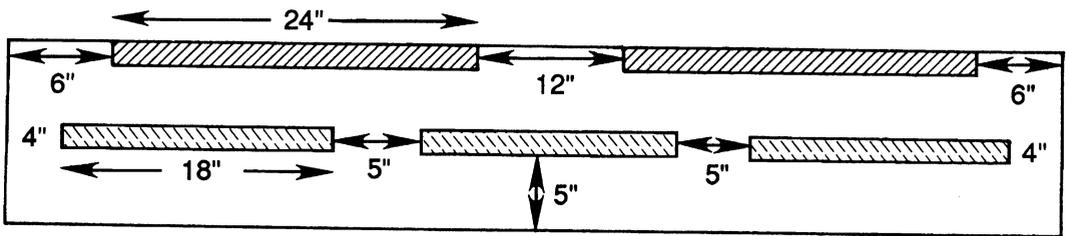


Figura 20. Diagrama de la porción basal (en vista superior) de un diseño artificial de tableros de cubierta para proporcionar microhábitats complejos para el estudio de salamandras. Bandas de listones de cedro (6 x 38 mm, o 0,25" x 1,5") de 46 cm (18") o 61 cm (24") de longitud se unen a tableros de 5 x 30,5 x 180 cm, o 2" x 12" x 72", respectivamente. Las bandas a lo largo de los extremos sobresalen alrededor de 12 mm (0,5"). El tablero de base se ubica sobre el suelo con los listones hacia arriba, y sobre ellos se colocan dos tableros de cubierta de alrededor de 2,5 x 15 x 180 cm (1" x 6" x 72"), para crear espacios en forma de cuñas.

lugar. En California el muestreo es más consistente si los tableros se revisan luego de una o dos tormentas de invierno.

Los tableros de cubierta deben ser revisados varias veces, para adecuar las variaciones estacionales de actividad tanto entre especies como entre años en una sola especie. Dependiendo de las especies o de las asociaciones a ser muestreadas, puede ser necesario revisar los tableros con intervalos semanales o mensuales en la estación pico. Se debe evaluar el número de tableros por transecta, grilla o serie después del período inicial de muestreo. Si la especie de interés es rara, o los niveles de las poblaciones son altamente variables, puede ser necesario aumentar el número de tableros.

#### PERSONAL Y MATERIALES

Las transectas pueden ser revisadas por una sola persona con experiencia en la identificación de los anfibios de la localidad. Los materiales necesarios incluyen tableros de cubierta (e.g., 60 tableros por transecta, de 30 x 30 x 5 cm); un bastón o palo utilizado para localizar tableros entre la vegetación densa; balanzas de resorte y una pequeña regla T, ambas de tamaños apropiados para las especies que se espera encontrar; bolsas plásticas para pesar anfibios; recipientes plásticos de 4 litros (1 galón) para pesar anfibios en los días de viento, recipientes con agua para humedecer anfibios que comienzan a desecarse; planillas y lapiceras con tinta indeleble.

#### TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para cada animal localizado debajo de un tablero en la transecta se debe registrar: número de tablero, identificación de la especie, longitud del cuerpo, sexo (si es posible), peso y cualquier otra información sobre el individuo. El empleo de planillas asegurará que toda la información requerida se registre de manera sistemática.

Si sólo se registra un resumen total para la transecta no será posible determinar la variabilidad dentro de la muestra, y también se perdería información relacionada a microhábitats y cambios sucesionales a lo largo de la transecta.

**ÍNDICE POBLACIONAL.** El análisis de datos incluye calcular un índice poblacional para cada especie a lo largo de la transecta. El procedimiento para

hacerlo dependerá de cómo se colectan los datos y del comportamiento de los anfibios muestreados. Para aquellos valores obtenidos principalmente durante los períodos pico de actividad, sería adecuado calcular el índice combinando los totales para el año y calculando la razón media de captura (animales por tablero) para cada especie. Si las transectas se revisan a lo largo de períodos más prolongados, es más apropiado utilizar tanto el total pico como los promedios de las tres o cuatro cuentas más altas, dado que el patrón de uso de los tableros de cubierta puede variar con el clima o el comportamiento (e.g., migración, cortejo). El mejor procedimiento de análisis sólo puede ser determinado después de revisar los patrones de abundancia exhibidos a lo largo de varios años. Para ayudar a visualizar cambios en abundancia, la información para cada especie puede ser graficada como el índice de captura ( $\pm$  error estándar) por año.

Los cambios en los índices poblacionales deben ser interpretados a la luz de los patrones climáticos recientes. Como se señalara más arriba, la información obtenida cuando las condiciones no son adecuadas para anfibios no deberían ser utilizadas en análisis de tendencias en el tamaño o composición de la población. Los cambios a corto plazo en los índices poblacionales pueden analizarse comparando índices entre años utilizando pruebas de chi-cuadrado o la prueba G. Las tendencias de largo plazo pueden examinarse utilizando análisis autoregresivos de series temporales (Edwards y Cull 1987), adecuados para detectar tendencias en series temporales auto-correlacionadas.

Se debe analizar la información en búsqueda de fluctuaciones en el número de un año a otro. Los cambios normales de un año a otro pueden ser relativamente más grandes para una especie que para otras; por ello es necesario obtener datos durante varios años antes de poder determinar la magnitud de esas fluctuaciones naturales. Hasta entonces, los cambios observados serán difíciles de evaluar. La información también puede revelar cambios locales en la distribución, particularmente a medida que cambian los hábitats en el sitio de estudio. Se pueden esperar dichos cambios cuando se inician procesos sucesionales debidos a fuegos, huracanes u otras alteraciones. La información de las transectas puede brindar la línea de base para documentar cambios tanto en la abundancia como en la microdistribución de anfibios.

REGRESIÓN PESO-LONGITUD. La masa relativa de un animal puede brindar indicaciones de su salud, dado que es probable que los animales más sanos pesen más que los individuos menos saludables. Las diferencias entre las masas relativas entre años pueden evaluarse calculando la regresión del peso en la longitud para cada año. Dado que el peso tiene una relación curvilínea con la longitud del cuerpo, es adecuado calcular la regresión como longitud versus la raíz cúbica del peso; este enfoque brinda una relación más lineal. De este modo se pueden comparar los resultados de los diferentes años, para determinar si las líneas de regresión o sus pendientes difieren significativamente (Zar 1974). Si los pesos de los individuos pequeños son razonablemente constantes, una pendiente más aplanada indica que los animales están en peores condiciones.

#### CONSIDERACIONES ESPECIALES

En algunos hábitats la vegetación puede crecer sobre los tableros y ocultarlos. Es útil llevar un bastón o un palo para palpar el suelo en aquellos puntos donde no se puede localizar visualmente a los tableros. Golpear el sustrato es mucho más eficiente que buscar a mano entre la vegetación. También, los tableros ocasionalmente se rajan y se quiebran con el tiempo. Dichos tableros no ofrecen la misma protección que los intactos, y los datos entre estos dos tipos no son comparables. Cuando se revisan transectas, entonces, conviene llevar tableros de reemplazo. En algunas áreas el suelo se quiebra y forma depresiones bajo un tablero luego de pocos años. Cuando esto ocurre, el tablero debe ser trasladado en forma permanente hacia un lado, y se debe anotar su distancia hacia los otros tableros en el estudio.

CONTRIBUYENTE: TED M. DAVIS

## Monitoreo acústico en puntos fijos

A. STANLEY RAND y GEORGE E. DREWRY

El monitoreo acústico automático de cantos de anuros en puntos fijos puede brindar estimaciones continuas del tamaño de la población y de la actividad reproductora de una especie de anfibio seleccionada. Las estaciones de grabación acústica fija se ubican donde se sabe que cantan las ranas de las especies seleccionadas, y la información sobre actividad de canto se registra automáticamente por manipulaciones del equipo. La técnica puede ser utilizada para cuantificar la actividad vocal de especies seleccionadas utilizando el índice de canto (número de cantos por unidad de tiempo). También se puede emplear para promediar la intensidad del canto (energía del sonido) a lo largo del tiempo y grabarlo automáticamente. La información resultante puede emplearse para estimar el número de machos cantando durante la estación reproductora, para establecer cambios a largo plazo en el número de machos que cantan, y para comparar poblaciones de machos que cantan en diferentes lugares.

La información también proporciona registros detallados de la actividad diaria y estacional de las ranas, que reflejan la influencia de las condiciones climáticas día por día. Aunque el equipo es caro y su instalación requiere un esfuerzo sustancial, una vez que el sistema entra en operación, se obtiene la información automáticamente con muy poca inversión adicional de tiempo y dinero. La técnica difiere de aquella basada en registradores programables descrita anteriormente (ver "Registro de Cantos de Anfibios", bajo "Obtención Automatizada de Datos", en Capítulo 5), en que es utilizable en ambientes acústicos más complejos, y en que provee análisis de datos preliminares automáticamente a medida que los recoge.

### Organismos y Hábitats Seleccionados

El monitoreo acústico es, como su nombre lo indica, una técnica para monitorear, no para inventariar. No genera listas de especies. Debido a la instalación de una o muy pocas estaciones, se han obtenido las abundancias relativas de machos cantando a lo sumo de unas pocas espe-